

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT
32860-000626/US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Burkhard Groh, et al.

Application No.: NEW APPLICATION

Filed: September 5, 2003

For: X-RAY DETECTOR

PRIORITY LETTER

September 5, 2003

MAIL STOP NEW APPLICATION
COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. BOX 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Dear Sirs:

Pursuant to the provisions of 35 U.S.C. 119, enclosed is/are a certified copy of the following priority document(s).

<u>Application No.</u>	<u>Date Filed</u>	<u>Country</u>
10241426.2	September 6, 2003	GERMANY

In support of Applicant's priority claim, please enter this document into the file.

Respectfully submitted,

HARNESS, DICKEY, & PIERCE, P.L.C.

By Donald J. Daley
Donald J. Daley, Reg. No. 34/313
P.O. Box 8910
Reston, Virginia 20195
(703) 668-8000

DJD/jj

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 41 426.2

Anmeldetag: 06. September 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
München/DE

Bezeichnung: Röntgendetektor

IPC: G 01 T 1/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 03. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jerofsky".

Jerofsky

Beschreibung

Röntgendetektor

5 Die Erfindung betrifft einen Röntgendetektor mit einem Röntgenkonverter zur Umwandlung von Röntgenstrahlen in Licht und mit einem Photodiodensensor mit einer Anordnung von mehreren Photodioden zur Detektion des im Röntgenkonverter durch die Röntgenstrahlung erzeugten Lichts. Darüber hinaus betrifft
10 die Erfindung eine Röntgeneinrichtung mit einem solchen Röntgendetektor sowie ein entsprechendes Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlen.

Bei Röntgendetektoren der eingangs genannten Art werden Röntgenkonverter aus einem lumineszierenden Material, beispielsweise aus einer Szintillator- oder Phosphorschicht eingesetzt, welche ein ankommendes Röntgenquant zunächst in eine Vielzahl von Lichtquanten konvertieren. Ein unmittelbar hinter dem Röntgenkonverter befindlicher Lichtsensor misst die auftreffende Lichtmenge, welche ein Maß für die an einem bestimmten Ort des Röntgendetektors auftreffende Röntgenstrahlendosis ist. Hierbei werden als Lichtsensoren Halbleiterstrukturen, z. B. auf Basis von Silizium, Siliziumlegierungen oder Germanium, mit in einer Matrix angeordneten Photodiodelementen verwendet, die über eine geeignete Leitungsstruktur ausgelesen werden können. Ein Problem bei dieser Art Röntgendetektoren ist die mögliche Entstehung von „Geistbildern“ aufgrund des sogenannten Memory-Effekts. Dabei werden Signale aus zuvor aufgenommenen Bildern in spätere Bilder übertragen.
25 Dieser Effekt ist dann besonders ausgeprägt, wenn zuvor Aufnahmen mit hoher Dosis erzeugt wurden. Die „Geistbilder“ entstehen dabei dadurch, dass innerhalb des Halbleiter-Werkstoffes, aus dem die Photodiodelemente aufgebaut sind, metastabile Zustände, sogenannte „Fallen“, aufgefüllt werden. Diese metastabilen Zustände relaxieren nur nach und nach und erzeugen in nachfolgenden Auslesezyklen des Detektors einen zusätzlichen Signalanteil, das „Geistbild“. Dies ist insbeson-

dere bei dem üblicherweise zum Aufbau solcher Halbleiterstrukturen verwendeten amorphen Silizium der Fall. Je höher das Eingangssignal, d. h. je höher die Intensität des Lichts für die Photodioden ist, desto mehr Elektronen werden in den metastabilen Zuständen eingefangen und desto signifikanter ist das Auftreten von Geistbildern in nachfolgenden Aufnahmen. Daher führen insbesondere die Bildbereiche einer Röntgenaufnahme, die während der betreffenden Aufnahme überstrahlt wurden, d. h. bei denen die Photodioden des Detektors in Sättigung gelaufen sind und die daher ohnehin keine diagnostischen Informationen enthalten, zu Geistbildern.

Um diese Geistbild-Erscheinungen zu eliminieren bzw. soweit wie möglich zu reduzieren, können Software-Algorithmen verwendet werden. Dabei wird in bestimmten Abständen ein Referenzbild bzw. Korrekturbild ohne Bestrahlung aufgenommen. Das Referenzbild wird dann von den nachfolgenden Bildern subtrahiert. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass der Rauschanteil im Bild erhöht wird. Zudem muss zur Aufnahme des Referenzbilds der normale Ablauf während einer Röntgenuntersuchung unterbrochen werden.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Alternative zu diesem Stand der Technik zu schaffen, durch die auf einfache Weise und ohne die vorgenannten Nachteile die durch den Memory-Effekt entstehenden Störeffekte vermieden werden können.

Diese Aufgabe wird durch einen Röntgendetektor gemäß Patentanspruch 1 und durch ein Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlung gemäß Patentanspruch 8 gelöst.

Erfindungsgemäß wird hierbei zwischen dem Röntgenkonverter und dem Photodiodesensor ein nichtlinear absorbierender Filter - d.h. ein Filter, der die Eigenschaft hat, seine Transmission umgekehrt proportional zur Intensität der Einstrahlung zu verändern - angeordnet, in dem das im Röntgenkonver-

ter erzeugte Licht vor der Detektion im Photodiodensensor zunächst gefiltert wird.

Durch das Einbringen des nichtlinearen Absorbers wird insbesondere dort Licht herausfiltert, wo eine hohe Lichtintensität auf den Filter gelangt, wogegen in den Bereichen, in denen wenig Lichtintensität auf den Filter gelangt, nur wenig oder gar kein Licht absorbiert und/oder reflektiert wird. Damit wird die Lichtintensität gerade in den Bereichen, in denen es ansonsten zu Überstrahlungen kommen könnte und die in dem betreffenden Bild ohnehin keine Informationen liefern würden, derart vermindert, dass deutlich weniger metastabile Zustände gefüllt werden und der Memory-Effekt nur noch in sehr verminderter Intensität auftreten kann, wobei dafür gesorgt ist, dass diagnostisch relevante Informationen ohne signifikante Schwächung übertragen werden. Eine Korrektur der Röntgenbilder zur Eliminierung von Geistbildern mit den oben genannten Nachteilen ist dann nicht mehr erforderlich.

Die abhängigen Ansprüche enthalten besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Als Filter kann jedes geeignete photochrome Material eingesetzt werden, welches sich bei Einstrahlung von Licht lokal bezüglich seiner Transmissionsfähigkeit verändert. Hierbei gibt es eine Vielzahl dem Fachmann bekannter kristalliner chemischer Verbindungen in fester oder flüssiger Form, die sich unter Lichteinfluss verfärben und z. B. von einem klar durchsichtigen Zustand in einen undurchsichtigen bzw. abdunkelnden Zustand gelangen und bei Dunkelheit wieder in ihren Ausgangszustand zurückkehren.

Ein Beispiel hierfür sind die aus photochromem Material hergestellten sogenannten „phototropen“ Gläser bzw. Kunststoffe. Diese Materialien werden üblicherweise im optischen Bereich für selbsttönende Sonnenbrillen eingesetzt.

Bei phototropen Gläsern handelt es sich im Wesentlichen um „normale“ Gläser, denen während der Herstellung zur Sensibilisierung in der Schmelze Silberhalogenide, beispielsweise Silberchlorid und Silverbromid, beigemengt wurden und bei denen in einer nachfolgenden Temperaturbehandlung bei ca. 600°C und in einem speziellen Abkühlungsprozess die Phototropie aktiviert wurde. Die Silberhalogenide im Glas verändern sich dann bei Anregung durch Lichtstrahlung von einem lichtdurchlässigen Zustand in metallisches, lichtabsorbierendes Silber, wodurch das Glas dunkler wird. Nach Ausbleiben der anregenden Strahlung bilden sich die Silberhalogenide in ihren transparenten Ausgangszustand zurück und das Glas wird wieder hell.

In ähnlicher Weise funktionieren diese Prozesse in Kunststoffen, welche beispielsweise zur Herstellung von Kunststoff-Brillengläsern verwendet werden. Hierbei werden anstelle der Silberhalogenide in der Regel organische lichtempfindliche Substanzen verwendet, die in geeigneter Weise mit dem Kunststoffmaterial verbunden werden. Ein Beispiel hierfür ist die Verwendung von Indolinospironaphtoxazinen (ISN), deren photoaktiver Teil sich ebenfalls durch eine Anregung mit Licht, insbesondere langwelliger UV-Strahlung, chemisch verändert.

Bei der Auswahl des photochromen Materials zur Konstruktion des nichtlinear absorbierenden Filters für die vorliegende Erfindung wird vorzugsweise darauf geachtet, dass das Material einen besonders guten Effekt in dem Frequenzbereich des vom Röntgenkonverter erzeugten Lichts zeigt.

Außerdem wird vorzugsweise ein Material verwendet, welches relativ schnell reagiert, d. h. bei dem möglichst schnell bei Auftreten einer großen Lichtmenge der Filter stärker absorbierend wirkt und welcher ebenso schnell wieder in den Ausgangszustand zurückkehrt.

Auch mit Materialien, welche nur einen relativ langsamen Effekt zeigen, kann aber schon eine erhebliche Reduzierung der

durch den Memory-Effekt verursachten Störungen erreicht werden.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft bei solchen Röntgen-
5 detektoren einsetzbar, bei denen der Photodiodensensor auf Basis von amorphem Silizium oder amorphen Siliziumlegierungen aufgebaut ist, da in solchen Materialien der Memory-Effekt relativ stark ist.

10 Der erfindungsgemäße Röntgendetektor kann im Prinzip in jeder beliebigen Röntgeneinrichtung, in der auch die herkömmlichen Röntgendetektoren eingesetzt werden, verwendet werden. Zusätzliche Einrichtungen zur Steuerung des Röntgendetektors oder spezielle Verfahren bei der Auswertung der Bilder sind
15 nicht notwendig.

Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beige-fügte Figur anhand eines Ausführungsbeispiels noch einmal näher erläutert.

20 Die einzige Figur zeigt hierbei den Schichtaufbau eines erfindungsgemäßen Röntgendetektors 1.

25 Die erste Schicht dieses Röntgendetektors 1 ist eine den Röntgenkonverter 2 bildende Szintillatorschicht. Diese wandelt die ankommende Röntgenstrahlung 5 in Licht um.

Unmittelbar hinter dem Röntgenkonverter 2 befindet sich ein Filter 3 aus nichtlinear absorbierendem Material, welcher in
30 den räumlichen Bereichen, in denen mehr Licht vom Röntgenkonverter 2 auf den Filter 3 gelangt, eine geringere Transmission aufweist als in den Bereichen, in denen wenig Licht vom Röntgenkonverter 2 auf den Filter 3 gelangt.

35 Direkt hinter dem nichtlinear absorbierenden Filter 3 befindet sich dann ein Photodiodensensor 4, der eine Halbleiterstruktur mit in einer Matrix angeordneten Photodiodelemen-

ten aufweist, die über eine geeignete Leitungsstruktur in üblicher Weise ausgelesen werden.

In diesem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel ist hier
5 der Filter 3 in Form einer Fiberoptik mit vielen einzelnen
nebeneinander angeordneten, parallel zur Lichteinfallsrich-
tung, d. h. senkrecht zur Oberfläche des Photodiodensensors 4
und dem Röntgenkonverter 2 verlaufenden Glasfaser- bzw.
Kunststofffaserabschnitten aufgebaut. Zur Herstellung dieser
10 Fiberoptik wird phototropes Glas bzw. ein phototropes Kunst-
stoffmaterial verwendet.

Der Aufbau des Filters 3 in Form einer Fiberoptik hat den
Vorteil, dass auch bei einem dickeren Filter die Ortsauflö-
15 sung am Ort des Photodiodensensors 4 nicht durch eine Streu-
ung der vom Röntgenkonverter 2 kommenden Lichtstrahlung im
Filter 3 verschlechtert wird.

Darüber hinaus wird durch diese Struktur dafür gesorgt, dass
20 nur sehr begrenzt in den räumlichen Bereichen, in denen eine
starke Lichtstrahlung auf den Filter 3 fällt, eine entspre-
chende Tönung des phototropen Materials erreicht wird und da-
mit nur lokal in diesen Bereichen die gewünschte Abschwächung
erzielt wird.

25 Somit wird das Lichtsignal in den normal beleuchteten, dia-
gnostisch relevanten Bereichen des jeweiligen Röntgenbilds
nahezu ungeschwächt vom Röntgenkonverter 2 durch den Filter 3
zum Photodiodensensor 4 durchgelassen, während das Signal in
30 den überstrahlten Bereichen deutlich geschwächt wird. Das
Auftreten von Geistbildern wird in einem solchen Röntgendetektor 1 bei entsprechender Wahl des Filtermaterials folglich
zumindest stark vermindert oder sogar ganz verhindert.

Patentansprüche

1. Röntgendetektor (1) mit einem Röntgenkonverter (2) zur Umwandlung von Röntgenstrahlung (5) in Licht und mit einem Photodiodensensor (4) mit einer Anordnung von mehreren Photodiodelementen zur Detektion des im Röntgenkonverter (2) durch die Röntgenstrahlung (5) erzeugten Lichts,
gekennzeichnet durch
einen zwischen dem Röntgenkonverter (2) und dem Photodiodensensor (4) angeordneten, nichtlinear absorbierenden Filter (3).

2. Röntgendetektor nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass der Filter (3) zumindest teilweise aus photochromem Material besteht.

3. Röntgendetektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass der Filter (3) zumindest teilweise aus phototropem Glas und/oder Kunststoff besteht.

4. Röntgendetektor nach Anspruch 3, dadurch
gekennzeichnet, dass der Filter (3) eine Fiberoptik aus phototropem Glas und/oder Kunststoff umfasst.

25 5. Röntgendetektor nach Anspruch 4, dadurch
gekennzeichnet, dass der Photodiodensensor (4) zumindest teilweise aus amorphen Halbleiterwerkstoffen besteht.

30 6. Röntgendetektor nach Anspruch 5, dadurch
gekennzeichnet, dass der Photodiodensensor (4) zumindest teilweise aus amorphen Silizium und/oder einer amorphen Siliziumlegierung besteht.

35 7. Röntgeneinrichtung mit einem Röntgendetektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

8. Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlung (5), bei dem die Röntgenstrahlung (5) zunächst in Licht umgewandelt wird und dann das durch die Röntgenstrahlung (5) erzeugte Licht
5 mittels eines Photodiodensensors (4) mit einer Anordnung von Photodiodelementen detektiert wird,
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
dass das durch die Röntgenstrahlung (5) erzeugte Licht vor der Detektion durch einen nichtlinear absorbierenden Filter
10 (3) geleitet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Filterung photochromes Material verwendet wird.

15 10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass zur Filterung phototropes Glas und/oder Kunststoff verwendet wird.

20 11. Verfahren nach Anspruch 10, d a d u r c h g e -
k e n n z e i c h n e t , dass das Licht durch eine Fiber- optik aus phototropem Glas und/oder Kunststoff geleitet wird.

Zusammenfassung

Röntgendetektor

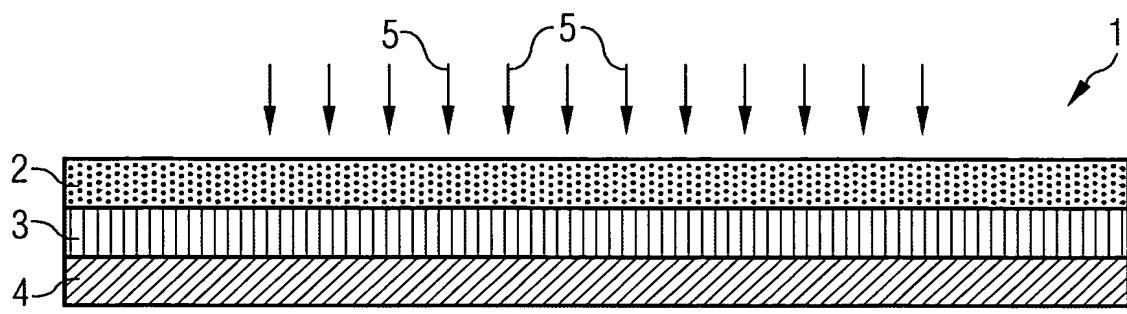
5 Es wird ein Röntgendetektor (1) mit einem Röntgenkonverter (2) zur Umwandlung von Röntgenstrahlung (5) in Licht und mit einem Photodiodensensor (4) mit einer Anordnung von mehreren Photodiodelementen zur Detektion des im Röntgenkonverter (2) durch die Röntgenstrahlung (5) erzeugten Lichts beschrieben. Zwischen dem Röntgenkonverter (2) und dem Photodiodensensor (4) befindet sich ein nichtlinear absorbierender Filter (3). Darüber hinaus wird ein entsprechendes Verfahren zum Nachweis von Röntgenstrahlung beschrieben.

10

15 Figur

200210471

1/1



GERMAN TRANSLATION AID

Es bedeutet: (It means:)

- X: Druckschriften, die Neuheit oder Erfindungshöhe allein in Frage stellen
(Publications, which question novelty or just obviousness)
- Y: Druckschriften, die die Erfindungshöhe zusammen mit anderen Druckschriften in Frage stellen
(Publications which, together with other publications, question obviousness)
- A: Allgemein zum Stand der Technik, technologischer Hintergrund
(General state of the art, technological background)
- O: Nicht-schriftliche Offenbarung, z. B. ein in einer nachveröffentlichten Druckschrift abgedruckter Vortrag, der vor dem Anmelde- oder Prioritätstag öffentlich gehalten wurde
(Non-written disclosure, for example, a printed post publication of a lecture which was publicly made before the filing date or priority date)
- P: Im Prioritätsintervall veröffentlichte Druckschriften
(Publications publicized in a priority interval)
- T: Nachveröffentlichte, nicht kollidierende Druckschriften , die die Theorie der angemeldeten Erfindung betreffen und für ein besseres Verständnis der angemeldeten Erfindung nützlich sein können bzw. zeigen daß der angemeldeten Erfindung zugrunde liegende Gedankengänge oder Sachverhalte falsch sein könnten
(Post publications, not anticipating publications, which refer to the theory of the filed invention and which refer could be useful for a better understanding or, as the case may be, which could show that reasoning or facts of the filed invention are incorrect)
- E: Ältere Anmeldungen gemäß §3 Abs.2 PatG (bei Recherchen nach § 43 PatG); ältere Patentanmeldungen oder ältere Gebrauchsmuster gemäß § 15 GbmG (bei Recherchen nach § 7 GbmG)

GERMAN TRANSLATION AID

Page 2 of 3

(Older applications under § 3 section 2 PatG (inquiries under § 43 PatG); older patent applications or patents under § 15 GbmG (inquiries under § 7 GmbG))

D: Druckschriften, die bereits in der Patentmeldung genannt sind
(Publications, which are cited in the patent application)

L: Aus besonderen Gründen genannte Druckschriften, z. B. zum Veröffentlichungstag einer Entgegenhaltung oder bei Zweifeln an der Priorität.
(Publications which are cited for a particular reason, for example, relative to the publication date of a reference or cast doubt on the priority)

Veröff: Veröffentlichungstag einer Druckschrift im Prioritätsintervall
(Publication date of a publication in a priority interval)

nr: Nicht recherchiert, da allgemein bekannter Stand der Technik, oder nicht recherchierbar
(Not searched, because it is known state of the art, or cannot be searched)

=: Druckschriften, die auf dieselbe Ursprungsanmeldung zurückgehen ("Patentfamilien"), oder auf die sich Referate oder Abstracts beziehen.
(Publications, which refer to the same original application ("patent family"), or which are referred to in reviews or abstracts.)

"-": Nichts ermittelt
(Nothing discovered)

Hier sind die Ansprüche unter Zuordnung zu den in Spalte 2 genannten relevanten Stellen angegeben.

(The claims are stated herein which refer to the relevant positions recited in column 2.)

GERMAN TRANSLATION AID

Page 3 of 3

Seite	(page)
Zeile	(line)
Abbildungen	(Drawings)
Spalte	(Column)
Absatz	(Paragraph)
Zumsammenfassung	(Abstract of Disclosure)